

湿地植物对去除重金属污染的研究

孙 黎¹, 余李新², 王思麒², 罗言云¹

(1. 四川大学 生命科学学院, 生物资源与生态环境教育部重点实验室, 四川 成都 610064; 2. 成都市睿华建设投资有限公司, 四川 成都 610051)

摘 要: 通过对人工湿地去污技术的研究, 将多种常用湿地植物对各种污染因子的去除率进行科属统计, 统计具体到种的湿地植物对其对应污染因子的富集能力大小对比, 使人们能正确的在功能上和景观上进行人工湿地的植物配置, 得到有针对性、景观效果好的人工湿地。

关键词: 湿地植物; 人工湿地; 重金属污染; 园林植物配置

中图分类号: S 688 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)12-0125-05

人工湿地技术是兴起于 20 世纪 60 年代的污水处理新技术。世界上第一处用于处理污水的人工湿地于 1903 年在英国约克郡 Earby 建成。国际上早期的人工湿地应用领域主要是中小城镇、农村的居民生活污水。从 20 世纪 70 年代开始, 美国、澳大利亚、荷兰、丹麦、英国、日本等国家都进行了有目的地利用湿地处理污水的尝试。20 世纪 80~90 年代, 人工湿地在发达国家和发展中国家的城市生活污水处理中得到了广泛的应用。进入 20 世纪 90 年代, 湿地技术在非点源 (Non-point source) 污染^[1] 的废水处理中的推广应用, 逐步成为当今国际上人工湿地技术研究的新动向^[2]。随着我国经济的迅速发展, 特别是近年来城市化和工业化的发展, 环境污染问题越来越严重。其中, 重金属污染问题尤为突出, 解决重金属污染问题已成为我国环境治理中的核心课题。湿地在各类生态系统的定量评估中, 被认为是具有最高生态价值的类型之一, 它能有效控制非点源 (Non-point source) 污染。运用湿地去除重金属含量, 由于投资少, 效率高, 管理简单方便, 并不会引起二次污染, 已成为目前实际应用的一种重要方法。而研究表明人工湿地中的很多植物都对重金属具有吸收、代谢、累积作用^[3-4], 植物对重金属的富集能力在很大程度上决定了湿地的净化能力和植物的配置原则。

1 人工湿地植物去除金属污染原理与应用

人工湿地是由人工根据功能需要、湿地植物的生境要求而建立的具有特定结构与功能的人工生态系统, 对于保护生物多样性、改善自然环境具有重要作用, 它在自然条件下对污染环境的自净能力很强, 它利用系统中物理化学生物的多重协同作用, 过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收、微生物分解实现对污染物的净化。在去除重金属方面包括植物提取, 是去除重金属的重要机理, 它是指利用植物对重金属的吸收和在植株地上部的积累, 并通过收获地上部分来达到减少土壤重金属含量的目的; 植物稳定, 是指耐重金属植物降低土壤中有毒金属的移动性, 从而减少金属被淋滤到地下水或扩散到空气中造成次级污染, 是利用植物自身吸收同化营养污染物, 根系促进悬浮物在根系附近的物理过滤, 根系也为微生物提供良好生境条件^[57]。

2 湿地植物对重金属和营养元素富集能力科属统计

人工湿地中的不同植物对重金属和营养元素富集能力大小不同, 要利用植物配置出净化效果好并具有观赏价值的人工湿地, 首先要对植物的富集能力有深入认识, 所以对植物的富集能力进行科属的统计利人工湿地植物的检索查询, 便于在湿地植物配置中做到充分利用。因此统计到属对该类植物查询具有积极意义。

2.1 湿地植物对 N、P、K 营养元素富集能力科属统计

N、P、K 是污水中含量最多的元素, 在居民生活污水的处理中成为去污的主要对象, 所以对 N、P、K 营养元素富集能力湿地植物的科属统计具有积极的意义。

植物对氮去除的影响表现在 2 个方面, 植物对氮素的直接吸收和植物对氮去除的间接影响。水生植物的重要功能之一, 就是通过植物茎杆的传输作用, 从上部将空气中的氧向下输送到根部, 从而在根区形成好氧环境, 以利于好氧微生物对有机质的分解^[819]。同时附近

第一作者简介: 孙黎(1983-), 女, 在读硕士, 主要研究方向为园林设计与工程。E-mail: fox7_sunli@163.com。

通讯作者: 罗言云(1969-), 男, 四川大竹人, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事风景园林和生态规划的教学科研工作。E-mail: luoyanyun3966@163.com。

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAQ01089)。

收稿日期: 2009-06-22

的微生物通过代谢, 消耗了水体中的 DO, 使之出现缺氧环境, 有利于系统的反硝化, 从而最大限度地去除污水中的氮^[11-12]。另外水生植物自身也能吸收一部分氮素, 研究发现, 不同的水生植物对营养物质的吸收能力是不同的^[13-14]。可溶性磷酸盐被植物根吸收并同化为植物

的有机成分(如 ATP, 磷脂、辅酶、RNA 和 DNA 等)。当磷浓度较低时植物吸收是主要的除磷方式。挺水植物对 TP 的平均去除率为 70%, 浮水植物对 TP 的平均去除率为 65%, 沉水植物对 TP 的平均去除率为 40%。

表 1		湿地植物对 TN、TP、TK 富集能力科属统计					
		类型	科	属	科名	学名	去除率/ mg · kg ⁻¹
							TN TP TK
挺水	禾本科	芦苇属	芦苇	<i>Phragmites australis</i>			39.02 3.30 67.84
		菰属	水生菰	<i>Zizania aquatica</i>			20.59 5.08 —
		香根草属	香根草	<i>Valiveria zizanioides</i> (Linn.) Vach			17.41 3.69 —
	天南星	米草属	互花米草	<i>Spartina alterniflora</i> Lois.			35.17 2.89 —
							21.93 4.98 47.48
		芦竹属	变叶芦竹	<i>Arundo donax</i> Linn. var. <i>versicolor</i> Stokes			86.30 3.61 —
		慈菇属	念珠慈菇	<i>Coix lacryma-jobi</i> Linn. var. <i>maxima</i> Makino			— 2.19 —
	鸢尾科	科菖蒲属	石菖蒲	<i>Acorus tatarinowii</i> Schott			46.82 1.95 —
							36.96 3.88 —
		芋属	芋	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott.			— 3.28 —
		野芋	野芋	<i>Colocasia antiquorum</i> Schott			58.10 5.71 —
	莎草科	鸢尾属	黄菖蒲	<i>Iris pseudacorus</i> Linn.			44.37 2.08 —
							19.51 5.13 —
		蝴蝶花	蝴蝶花	<i>Iris japonica</i> Thunb.			— 1.04 —
		花菖蒲	花菖蒲	<i>Iris ensata</i> Thunb. var. <i>hortensis</i> Makino et Nemoto			87.49 1.41 —
	香蒲科	蔗草属	海三棱蔗草	<i>Saripus X mariqueer</i> Tang et Wang			18.68 4.12 53.19
							37.36 3.13 —
		莎草属	风车草	<i>Cyperus alternifolius</i>			61.62 3.70 —
		香蒲属	长苞香蒲	<i>Typha angustata</i> Bory et Chaulb			36.24 3.53 —
漂浮	伞形科	宽叶香蒲	宽叶香蒲	<i>Typha latifolia</i> Linn.			15.27 4.03 —
							23.08 3.43 —
		香蒲	香蒲	<i>Typha orientalis</i> Presl			13.96 2.46 —
	美人蕉科	水芹属	水芹	<i>Oenanthe javanica</i>			62.15 2.17 —
							76.00 5.35 —
		天胡荽属	香菇草	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>			69.46 4.92 —
	百合科	美人蕉属	美人蕉	<i>Canna indica</i> Linn.			76.00 5.35 —
							69.46 4.92 —
		花叶美人蕉	花叶美人蕉	<i>Variegata canna</i>			69.46 4.92 —
	雨久花科	黄精属	小玉竹	<i>Polygonatum humile</i> Fisch. ex Maxim.			— 3.14 —
							— 0.89 —
		沿阶草属	麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i> (Linn. f.) Ker-Gawl.			— 0.89 —
	千屈菜科	梭鱼草属	梭鱼草	<i>Pontederiacordata</i>			67.72 6.82 —
							50.36 3.38 —
		千屈菜属	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i> Linn.			50.36 3.38 —
	灯心草科	灯心草属	灯心草	<i>Juncus effusus</i> Linn.			23.38 2.17 —
							27.46 3.98 —
		泽泻属	泽泻	<i>Alisma plantago-aquatica</i> Linn.			27.46 3.98 —
	忍冬科	葱莲属	葱兰	<i>Zephyranthes candida</i> (Lindl.) Herb.			88.87 1.87 —
							— 1.61 —
		接骨木属	接骨草	<i>Sambucus chinensis</i> Lindl.			— 1.61 —
	虎耳草科	莲心草属	空芯莲心草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.			— 2.01 —
							— 3.09 —
		杜鹃属	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.			— 3.09 —
	浮萍科	绣球属	绣球	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.			— 3.03 —
							— 3.03 —
		浮萍属	浮萍	<i>Lemna minor</i> Linn.			72.34 — —
	雨久花科	紫萍属	紫萍	<i>Spirodela polyrrhiza</i> (Linn.) Schleid.			47.95 — —
							82.52 2.24 —
		凤眼莲属	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solme			82.52 2.24 —
	睡菜科	荇菜属	荇菜	<i>Nymphaea peltatum</i> (Gmel.) O. Kuntze.			61.52 2.24 —
							58.37 1.79 —
		菱属	菱	<i>Trapa bispinosa</i> Roxb.			58.37 1.79 —
沉水	眼子菜科	眼子菜属	菹草	<i>Potamogeton crispus</i> Linn.			78.43 3.84 —
沉水	金鱼藻科	金鱼藻属	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i> Linn.			69.73 2.28 —

2.2 湿地植物对重金属元素富集能力科属统计

重金属元素虽然含量少, 但是危害大, 不易去除, 在工业污水的处理中成为去污的主要对象, 所以对重金属元素富集能力湿地植物的科属统计也具有积极的意义^[15-19]。

3 人工湿地植物的配置

在人工湿地植物的配置中, 除了按照以表 1 根据去污需要选择不同富集能力大小的植物搭配外, 还要从美观方面考虑, 增加湿地的观赏价值^[20]。在配置时应考虑主要以下方面。

3.1 植物类型

湿地水生观赏植物种植配置要充分利用当地丰富的水生植物资源,在配置时应遵循从湿生植物—挺水植物—飘浮植物—沉水植物的水生植物生态型^[21],多种类

植物的搭配,主次分明,高低错落,并考虑花期和色彩等搭配协调,既满足了对水体净化的生态要求,又取得了优美的景观构图^[22]。

表 2 湿地植物对 Zn、Cd、Pb、Cu、Mn、Ni、Fe、Cr 富集能力科属统计

类型	科	属	种名	学名	去除率/ ¹⁴ g ° g ⁻¹							
					Zn	Cd	Pb	Cu	Mn	Ni	Fe	Cr
湿生	柽柳科	柽柳属	红柳	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	—	2.41	6.65	379.67	—	—	—	—
挺水	禾本科	稗属	稗	<i>Echinochloa crusgali</i> (Linn.) Beauv.	522.39	—	—	547.56	733.90	209.67	6 611.17	389.72
			长芒稗	<i>Echinochloa caudata</i> Roshev.	—	—	2.48	51.92	—	—	—	—
			毛苔草	<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	—	—	—	—	—	—	5 595	—
			菰	<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Stapf	594.72	—	0.35	665.62	—	—	—	—
		菰属	水生菰	<i>Zizania aquatica</i>	905.99	—	—	—	—	—	—	—
			芦苇	<i>Phragmites australis</i>	269.07	0.67	6.61	268.28	1 813.66	91.88	4 926.09	58.16
		马唐属	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (Linn.) Scop.	—	—	3.42	181.58	—	—	—	—
		野青茅属	小叶章	<i>Deeyuxia angustifolia</i> (Kom.) Y. L. Chang	—	—	—	—	—	—	10 156	—
	莎草科	莎草属	碎米莎草	<i>Cyperus iria</i> Linn.	—	—	7.79	314.62	—	—	—	—
			三棱草	<i>Juncellus serotimus</i> (Roth.) C. I. B. Clarke	282.86	0.68	8.41	581.32	—	—	—	—
		蔗草属	蔗草	<i>Scirpus triquet</i> Linn.	254.66	—	—	129.94	1 980.96	94.48	4 232.71	52.27
			水葱	<i>Scirpus validus</i> Vahl	576.01	—	—	—	—	—	—	—
		飘拂草属	日照飘拂草	<i>Finbristylis ni licaea</i> (Linn.) Vahl	450.41	—	—	415.14	—	—	—	—
	蓼科	藎草属	乌拉苔草	<i>Carex meyeriana</i> Kunth	—	—	—	—	—	—	7041	—
		蓼属	辣蓼	<i>Polygonum hydropiper</i> Linn.	481.63	—	11.92	374.87	—	—	—	—
			酸模叶蓼	<i>Polygonum lapathifolium</i> Linn.	—	—	3.58	212.72	—	—	—	—
		雨久花科	雨久花属	鸭舌草	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm. F.) Presl ex Kunth	419.12	—	16.38	476.62	—	—	—
漂浮	荇科	莲子草属	空心莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	629.82	—	—	682.56	—	—	—	—
	美人蕉科	美人蕉属	美人蕉	<i>Canna indica</i> Linn.	784.13	—	—	59.38	2 110.15	25.33	5 221.8	41.42
	千屈菜科	千屈菜属	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i> Linn.	353.53	—	—	74.50	1 153.69	31.58	3 203.11	42.57
	鸢尾科	鸢尾属	黄菖蒲	<i>Iris pseudacorus</i> Linn.	321.92	—	—	96.36	4 516.41	36.91	1 734.96	37.62
	香蒲科	香蒲属	香蒲	<i>Typha orientalis</i> Presl	297.91	0.91	22.42	518.42	—	—	—	—
	百合科	黄花菜属	黄花	<i>Dendranthem amori folium</i>	374.97	0.77	18.33	628.51	—	—	—	—
	桑科	葎草属	拉拉秧	<i>Humulus adens</i> (Lour.) Merr.	235.14	0.81	11.32	504.18	—	—	—	—
	水蓼科	水蓼属	水蓼	<i>Aponogeton lakhonensis</i> A. Camus	212.93	0.16	—	—	—	—	—	—
	豆科	合萌属	合萌	<i>Aeschynomene indica</i> Linn.	—	—	7.14	242.96	870.24	143.74	7 843.69	1 140.49
	雨久花科	凤眼莲属	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solme	199.13	0.05	—	819.33	870.24	143.74	7 843.69	1 140.49
			睡菜	<i>Nymphoides peltatum</i> (Gmel.) O. Kuntze	174.43	—	—	—	—	—	—	—

- 3.1.1 湿生植物 生长在过度潮湿环境中的植物。
- 3.1.2 挺水类 此类植物根扎在泥中,茎叶挺出水面,花开时离开水面,甚为美丽,是主要的观赏类植物之一。对水的深度要求因种类不同而异。
- 3.1.3 漂浮类 此类植物根系漂在水中,叶完全浮在水面,可随水漂移,在水面的位置不易控制。其中不乏观赏价值较高者^[21]。
- 3.1.4 沉水类 此类植物根扎在泥中,茎叶沉于水中,这类植物的叶子大多为带状或丝状,是净化水质优良植物材料。
- 3.2 观赏价值
- 湿地植物主要观赏其株形(茎杆、枝条)、叶片、花、果实等。
- 3.2.1 观赏植株 观赏植株的有香蒲、芦苇、菰、菖蒲、菱、风车草、泽泻、慈姑等^[24]。
- 3.2.2 观赏叶 观赏叶的有茭实、水葱等。
- 3.2.3 观赏花 观赏花的有睡莲、美人蕉、千屈菜等。

- 3.3 湿地区位
- 3.3.1 湿地中心水域区 主要以漂浮植物为主,挺水植物为辅。
- 3.3.2 湿地水岸 主要种植挺水植物和适应高土壤湿度及高空气湿度的植物。如柽柳、美人蕉、黄花鸢尾等。
- 3.4 季节性
- 人工湿地的净化作用是随着生长在其中的植物生物量大小改变的,夏季植物生长茂盛净化效果好,冬季植物生物量变化小,甚至负增长导致净化效果显著降低,所以在冬季可以选择一些周年生常绿植物,如石菖蒲、麦冬、菹草、菰、香根草等,以提高冬季植物的覆盖度,增强人工湿地的净化能力,同时也增加人工湿地的景观效果。
- 3.5 地域性
- 植物生长具有明显的地域性,选用本地土著植物作为人工湿地植物有利于增加人工湿地的净化能力,同时也能降低引用外来植物的高额费用,还可避免引种带来

的生物入侵的危险。目前,中国湿地系统中外来入侵的植物已有 10 种,包括香根草、凤眼莲、空心莲子草、互花米草等,这些植物的净化污水效果较好,但由于其生长速度和繁殖速度比较快,容易导致生物入侵,因此必须慎重采用,在工程实践中,对于面积比较小的人工湿地,可以适当的采用,以便通过人工收割而控制,但人工湿地植物的选择最好以当地植物为主^[25]。

3.6 后期管理注意事项

在营造湿地水生观赏植物群落景观时,在 2~3 a 内要加强人工维护,去除植物群落中生长的其它品种水生植物或水草,避免产生种间竞争,影响植物群落的形成。利用水生观赏植物美化、净化湿地水体时,在保持一定覆盖度和生物量的前提下,要加强水生植物的后期管理工作,及时将枯老的植物残体移出水体,防止由于植物残体大量堆积、腐烂导致的污染。因此,要加强后期管理,长期清理^[26]。在湿地水生观赏植物的配置上应考虑植物之间的遮光效应,在养护管理上采取修剪、除草、病虫害防治等措施,保证水生观赏植物良好的生存环境和景观效果^[27]。

4 结论

利用人工湿地去污净水虽然已得到广泛运用,也有良好的效果,但多数都采用单一植物品种,造成植物群落结构简单、种间搭配不科学及冬季观赏绿量不足等问题,严重影响人工湿地净化能力。因此只有在为不同污水处理要求的人工湿地植物配置时严格按照表 1、2 选择对金属元素富集能力强、适应能力高的植物作为搭配的关键,再辅以植物配置的基本原则,才能从根本上达到去污的最好效果。同时也能得到良好的湿地景观效果^[28]。

参考文献

- [1] 李勤奋,李志安,任海,等.湿地系统中植物和土壤在治理重金属污染中的作用[J].热带亚热带植物学报,2004(3):273-279.
- [2] 祝宇慧.人工湿地植物筛选及其对营养型污水的净化效果研究[D].杭州:浙江大学硕士学位论文,2008.
- [3] 陈明利,张艳丽,吴晓芙,等.人工湿地植物处理含重金属生活废水的实验研究[J].环境科学与技术,2008(12):164-168.
- [4] 朱芋静.湿地植物造景与照明设计[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2007(9):125-127.
- [5] 陈永华,吴晓芙,蒋丽鹃,等.处理生活污水湿地植物的筛选与净化潜力评价[J].环境科学学报,2008(8):1549-1554.
- [6] 刘长娥,杨永兴,杨杨.九段沙上沙湿地植物 N、P、K 的分布特征与

- 季节动态[J].生态学杂志,2008(11):1876-1882.
- [7] 李建娜,胡曰利,吴晓芙,等.人工湿地污水处理系统中的植物氮磷吸收富集能力研究[J].环境污染与防治,2007(7):506-509.
- [8] 栾晓丽,王晓,强艳艳,等.湿地植物对生活污水中氮磷吸收能力的研究[J].江苏农业科学,2008(4):296-298.
- [9] 郭亚平,吴晓芙,胡曰利.湿地植物在城镇污水处理系统中的作用特性研究[J].环境科学与技术,2009(2):141-146.
- [10] 康自华.成都活水公园人工湿地及其三种挺水植物净化效果的研究[D].成都:成都理工大学硕士学位论文,2007.
- [11] 鲁敏,曾庆福,谭远友.七种湿地植物处理污水的比较研究[J].武汉科技学院学报,2007(9):25-28.
- [12] 赵丽娜,丁为民,鲁亚芳,等.几种春季湿地植物对污水中主要污染物去除效果的比较[J].污染防治技术,2007(2):25-27.
- [13] 陈金发,卿东红,阮尚全.垃圾渗滤液处理的优化湿地植物组合[J].水土保持研究,2007(2):146-150.
- [14] 吴建强,阮晓红,王雪.人工湿地中水生植物的作用和选择[J].水资源保护,2005(1):1-6.
- [15] 徐德福,徐建民,王华胜,等.湿地植物对富营养化水体中氮、磷吸收能力研究[J].植物营养与肥料学报,2005(5):597-601.
- [16] 史莉,张笑一,刘春丽,等.地沟式污水土地处理+人工湿地中植物对磷的去除效果[J].生态环境,2003,12(3):289-291.
- [17] 徐德福,李映雪,赵晓莉,等.3种湿地植物对锌的吸收分配及其与根表铁氧化物胶膜的关系[J].西北植物学报,2009,29(1):0116-0121.
- [18] Maine M A, Sune N, Hadad H, et al. Influence of vegetation on the removal of heavy metals and nutrients in a constructed wetland[J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90: 355-363.
- [19] 王德科,李星云,李国平,等.不同种类的湿地植物积累 Zn 能力的差异及规律研究[J].常州工学院学报,2007(2):39-42.
- [20] 宋春霞,彭元成.六种微山湖湿地植物重金属富集能力分析[J].广东微量元素科学,2008(11):29-32.
- [21] 李星,刘鹏,徐根娣,等.人工湿地植物对电镀废水的净化和修复效果研究[J].浙江林业科技,2008(7):16-21.
- [22] 刘晓维,王洁琼,堵燕钰,等.净化废水中重金属的湿地植物筛选研究[J].常州工学院学报,2007(10):38-46.
- [23] 刘建国,李光辉,邵婉晨,等.不同种类湿地植物吸铜能力差异及规律性研究[J].江苏工业学院学报,2008(3):51-54.
- [24] 邹元春,吕宪国,姜明,等.典型湿地植物与湿地农田作物铁含量的季节变化特征[J].生态学杂志,2009,28(2):216-222.
- [25] Cheng S, Grosse W, Karrenbrock F, et al. Efficiency of constructed wetlands in decontamination of water polluted by heavy metals[J]. Ecological Engineering, 2002(18): 317-325.
- [26] 陈漫漫,李小平,李丹.梦清园人工湿地景观构建及运行效果研究[J].三峡环境与生态,2008(9):10-16.
- [27] 徐德福,李映雪.用于污水处理的人工湿地的基质、植物及其配置[J].湿地科学,2007(3):32-38.
- [28] 王正超,文剑平,刘彩霞.水生观赏植物在湿地建设中的应用[J].湿地科学与管理,2006(6):40-42.

The Capacity of Wetland Vegetation to Heavy Metal

SUN Li¹, YU Li-xin², WANG Si-qi², LUO Yan-yun¹

(1. College of Life Sciences, Sichuan University, Key Laboratory of Bio-resources and Eco-environment, Ministry of Education, Chengdu, Sichuan 610064, China; 2. Chengdu Riva Construction Investment Co., Ltd, Chengdu, Sichuan 610051, China)

国兰施肥研究进展

王 瑜, 潘远智

(四川农业大学 林学院, 四川 雅安 625014)

摘 要: 肥料施用对国兰生长发育具有重要作用。对国内外关于氮、磷、钾肥和有机肥料对国兰生长发育的影响研究进行了综述, 介绍了兰花专用肥料, 并探讨了当前存在的问题。

关键词: 国兰; 肥料; 生长发育

中图分类号: S 682.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)12-0129-04

兰花(Orchidaceae), 作为单子叶植物中最大的科, 深受世界各地人民的喜爱。在我国, 兰花通常有国兰和洋兰之分。一般概念的国兰是指兰属(*Cymbidium*)中的少数地生兰, 如春兰(*C. goeringii*)、蕙兰(*C. faberi*)、建兰(*C. ensifolium*)、墨兰(*C. sinense*)、寒兰(*C. kanran*)等。它们大多色泽淡雅, 叶态飘逸, 具有清幽的香气, 在我国栽培历史悠久, 深受人民的喜爱, 被列为我国的十大名花之一^[1]。洋兰是相对于国兰而言的, 泛指除了国兰外的兰花, 其花色艳丽、花形各异, 但除了人工选育的杂交新品种外, 多数洋兰都缺乏香气。洋兰大多原产于热带和亚热带, 在我国主要分布在西南和华南一带。目前对于我国何时开始栽培兰花还存有争议, 但可以肯定的是, 我国宋朝(960 ~ 1279)已有兰花栽培, 而欧洲各国是从18世纪后期才开始有兰属植物栽培^[2]。

兰花的根为肉质根, 没有须根, 不能直接从土壤中吸收营养, 主要依靠根内共生的兰菌从土壤中吸收矿质营养^[3], 盆栽兰花的土壤中缺少真菌感染, 因此要施肥以满足兰花生长发育所需的营养。

第一作者简介: 王瑜(1988-), 女, 四川仁寿县人, 在读本科, 现主要从事园林植物栽培与应用研究工作。E-mail: echohala@163.com。
通讯作者: 潘远智(1969-), 男, 四川达县人, 博士, 副教授, 现主要从事园林植物栽培与应用研究工作。E-mail: scpyzls@163.com。
基金项目: 四川省“十一五”育种攻关资助项目(2006yzg)。
收稿日期: 2009-06-20

肥料包括化学肥料和有机肥料, 无论是哪一种肥料, 供给植株的主要要素都是氮、磷、钾等大量元素和一些微量元素。国内外的研究主要针对的是氮、磷、钾三大元素, 而微量元素方面的研究则鲜见报道。

1 化学肥料

1.1 氮

1.1.1 氮肥对植物生长发育的研究 氮在植物生命活动中占有重要地位, 被称为生命元素。它是构成蛋白质的主要成分, 占蛋白质含量的16% ~ 18%, 同时也是植物体内核酸、核苷酸、叶绿素及某些植物激素和维生素等的组成成分。兰花植株体内含氮量一般为干重的2.5% ~ 3.5%^[4]。适量施用氮肥, 有利于叶绿素的合成, 使兰花叶色浓绿, 花、叶肥大^[5]; 缺氮会造成植株矮小, 黄化失绿, 花芽分化缓慢且花少^[6]; 氮素过多, 会阻碍花芽的形成, 延迟开花或使花朵败育, 且植株徒长, 易倒伏, 抵抗力下降。蒋细旺^[7]对国兰栽培基质的研究, 得出春兰、蕙兰、春剑3种国兰正常生长所必需营养成分及营养缺乏临界指标, 其中氮: 春兰, 14.98 ~ 58.50 mg (< 11.41 mg); 蕙兰, 25.81 ~ 117.66 mg (< 21.83 mg); 春剑, 25.43 ~ 117.26 mg (< 20.88 mg)。

1.1.2 氮肥对国兰生长发育的影响 低浓度(1 mmol/L)和中等浓度(10 mmol/L)的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 对墨兰叶芽和叶片的生长都有促进作用, 而当浓度高达50 mmol/L时两者对墨兰的生长都有抑制作用; 另一方面, 低中浓度的硝态氮处理能形成花芽。而铵态氮处理

Abstract: Through the research of constructed wetland remove technology and the statistics of families and classes for various pollution factor removal rate of common wetland plants, to arrive at specific types of wetland plant pollution factor of its corresponding of the enrichment capacity comparison so that we can do the functional and landscape on wetland plant configuration correctly, to get the targeted and well landscape constructed wetland.

Key words: Wetland plants; Constructed wetland; Heavy metal pollution; Configuration of landscape plants